

【特許請求の範囲】

【請求項1】 原水を中空糸膜束の外側から中空糸内部に亘過する外圧型かつ透過水を片端から取り出す方式であって、該中空糸膜束の中央部にエア導入パイプを有している中空糸膜エレメントであり、かつエレメント全長の1/2より下方にエレメント外部からの導入エア噴出口を持っていることを特徴とする中空糸亘過膜エレメント。

【請求項2】 エア噴出口が、エア導入用パイプ下部表面に設けられた穴であることを特徴とする請求項1記載の中空糸亘過膜エレメント。

【請求項3】 エア噴出口が、エア導入パイプと実質上垂直に連結されたエア分散板上またはエア分散管上に設けられていることを特徴とする請求項1記載の中空糸亘過膜エレメント。

【請求項4】 下部端板にエア噴出手段を備え、該エア噴出手段がエア導入パイプに気密に接続されていることを特徴とする請求項1記載の中空糸亘過膜エレメント。

【請求項5】 請求項1記載のエレメントが、原水口、エア抜き口、排水口、透過水口、エア導入口を持つモジュール容器に、シール材を介して該容器中に組み込まれていることを特徴とする中空糸亘過膜モジュール。

【請求項6】 モジュール容器下部にエア噴出口が設けられており、エアスクラビング洗浄時にエレメント及びモジュール容器下部の両方からスクラビングエアを噴出させることができることを特徴とする請求項5記載の中空糸亘過膜モジュール。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は液体の亘過操作を行うための中空糸亘過膜エレメントおよびモジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】 一般の工業用水中には、多くのSS成分、微粒子、ゴミ、細菌類、藻類、などが含まれており、このまま使用されると、用水配管の目詰まり、細菌の増殖、ライン中のスケール堆積などのトラブルを生じる原因となりやすい。従来、これらの水中混入成分を除去するために、砂亘過、凝集亘過、凝集沈澱処理、カートリッジフィルター亘過などの各種の方法が用途に応じて使用されてきた。これらの一般亘過法にかわる新規な手法として、最近是多孔質の中空糸膜による亘過が実用化されつつある。中空糸膜による水処理、亘過は近年急速に普及し、その適用分野も年々広くなりつつある。

【0003】 中空糸膜の亘過において、中空糸膜は何千〜何万本をひと束に束ねた後に端部を接着剤で固定した形状の、中空糸膜エレメントに加工される。そして、これらのエレメントをモジュール容器に収め、商品形態に加工されたものは中空糸亘過膜モジュールまたは単にモ

ジュールと呼ばれている。液体の亘過が可能な中空糸亘過膜モジュールとしては従来から多くの形態のものが提案されている。特に初期のものとしては、適度な前処置手段と組み合わせ使用される亘過モジュール、逆浸透亘過を目的とし7もの、透析用途を目的としたものなどがあり、これらの用途を主目的として、多くのモジュール形態が提案されており、その主なものを挙げると、特公昭48-28380号公報、特開昭49-69550号公報、特開昭53-100176号公報、などに記載されているものがある。これらは、全て、使い捨て、あるいは汚れが一定量以上付着した段階において、清澄水または薬液水による洗浄やフラッシング処理を実施するのが普通であった。

【0004】 これに対して、最近では、中空糸亘過膜モジュール形状に工夫を凝らし、エアにより中空糸膜面の付着物を定期的に脱落させて中空糸膜の性能回復を実施する方法が試みられている。特開昭61-263605号公報は、中空糸膜をU字型に組み込み、容器に収納して使用するものであり、定期的に容器の下部に設けられたエア導入口からエアを導入させてエアスクラビングにより中空糸膜を振動させ、膜面の堆積物の除去を試みるものである。また、特開昭60-206415号公報は、中空糸膜を中心パイプの回りに配列させた両端固定型モジュールであり、前記同様に容器に組み込み、エアスクラビングにより中空糸膜面の堆積物を除去するものである。これらの技術は、既に実用化の検討が開始されている。

【0005】 また、特開昭48-34763号公報では圧縮空気で膜に付着した微粒子を剥離させ次いで亘液または他の液で逆洗する方法も示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 中空糸亘過膜モジュールによる水処理において、中空糸膜表面の堆積物をエアスクラビングや逆洗により除去するのは良い方法であり、このような方法により膜表面の堆積物を除去（洗浄）することにより、亘過前の状態にほぼ回復でき、亘過性能もほぼ回復し、中空糸亘過膜モジュールの寿命が伸び経済的である。しかしながら従来のエアスクラビングでは、エアをモジュール容器下部からのみ噴出する形式がほとんどで、この方法では特に中空糸束の径が大きくなった場合には、気泡が中空糸束の内部まで入らず、中空糸束の表層付近の堆積物を除去するにとどまっていた。エアをモジュール容器下部以外から噴出させる例としては実開平3-15627の様に、全長にわたって多数の穴が開いた穴開き空気圧送管を用いる方法も考案されている。しかしながら、特にモジュールの全長が長くなり、モジュール上部と下部の水圧の差が大きい場合においては、空気が穴開き空気圧送管の上部の穴から、モジュール上部の空気が溜まっている部分に噴出するだけで洗浄に重要な気泡をほとんど発生させることが

できないという問題も起きていた。また、モジュール容器底部にあるエア噴出口付近は洗浄された堆積物が蓄積しやすく、エア噴出口が詰まり、中空糸膜の洗浄を十分に行うことができなくなる問題も起きやすかった。そのため、エレメントの中空糸膜束全体を十分に洗浄でき、かつエア噴出口が詰まることが少ないモジュールが求められていた。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、原水を中空糸膜束の外側から中空糸内部に汙過する外圧型かつ透過水を片端から取り出す方式であって、該中空糸膜束の中央部にエア導入パイプを有している中空糸膜エレメントであり、かつエレメント全長の $1/2$ より下方にエレメント外部からの導入エア噴出口を持っていることを特徴とする中空糸汙過膜エレメントにより基本的に達成される。

【0008】本発明の中空糸汙過膜エレメントおよびモジュールでは、中空糸汙過膜エレメントの物理洗浄の1つであるエアスクラビング用のエア噴出口が糸束の中に設けられているため、従来のエレメント下部からのエアスクラビングと比較して糸束の内側まで効率よく膜を揺らすことができ、エアスクラビングでの汙過性能回復が大幅に向上している。また、エア噴出口が定期的に交換されるエレメントに設けられているため、エア噴出口の目詰まりなどへの対応は基本的にエレメントの定期交換で済み、膜処理装置のメンテナンス性向上に貢献する。

【0009】以下、図面に基づいて本発明の詳細を説明するが、本発明はこれらの図面により特に限定されるものではない。

【0010】図1はエア噴出口が中心に設けられたエア導入パイプの下部端板付近に開けられた穴である本発明のエレメントがモジュール容器に組み込まれたモジュールの一例であり、モジュール容器下部には請求項5に記載のモジュール容器下部のエア噴出口も設けられている。モジュール容器1は、キャップが取り外し可能で、エレメント交換が容易にできるようになっており、エレメントはシール材を介して容器中に組み込まれている。また、モジュール容器には原水を供給する原水供給口11、モジュール容器内の液を排出する排水口12、エア抜き口13、透過水口14、エレメントのエア導入パイプと連通したエア導入口15、また、モジュール容器下部からのエアスクラビングを併用する場合に用いるモジュール容器下部エア導入口16が設置されている。また、モジュール容器には中空糸膜エレメント2が収められている。

【0011】中空糸膜エレメントは、中空糸束21の片端または両端部が接着剤により固定されている。図1は両端部を固定した中空糸膜エレメントの例であるが、下部端板22、上部端板23があり、その片方の端板で中

空糸が開孔しており、透過水を取り出せるようになっている。図1の例では上部端板で中空糸が開孔している。また、上部端板、下部端板はエア導入用パイプ24で連結されており、エア導入用パイプはモジュール容器のエア導入口と気密に接続されている。

【0012】図1の例ではエア導入パイプ24の下部に開けられた穴がエア噴出口25となっている例であるが、エア噴出口は図1の例の穴の代わりにスリット状でも良い。

【0013】また、図2、図3の様にエア導入パイプから分岐したエア分散管に設けられていても良い。エア分散管は、エア導入パイプと実質上垂直に連結されているが、本発明の効果を妨げない範囲で多少垂直からずれていても良い。また、連結されている位置は、エレメント全長の $1/4$ より下方が好ましい。

【0014】エア分散管の本数や長さは特に限定されるものではないが、本数は、2本以上、より好ましくは3本以上、さらに好ましくは4本以上である。あるいは、中空糸膜が幾つかの膜束に分かれている場合、中空糸膜束の数と同数か、またはその整数倍であることが好ましい。長さについては、好ましくは、エレメント半径の $1/2$ 以上である。エア噴出口が、エレメント半径の $1/2$ 前後にあることが好ましいからである。

【0015】あるいは、図4、図5の様に下部端板内部に設けられていても良いし、図6、図7の様にエア導入パイプに設置されたエア分散板に設けられてもよい。ここで言うエア分散板とは、外形は、中空糸膜束を束ねる整束板と同様であるが、表面にエア噴出口を有しており、ここから、エア導入パイプから導通されたエアが噴出する構造になっているものである。

【0016】それらの形態はこれらの例で特に限定されるものではない。また、図2、図3、図4、図5の図ではエア噴出口は中空糸膜束間の中空糸の無い部分に位置しているが、中空糸膜束の内部付近にエア噴出口を設けることも差し支えない。

【0017】図8はエア導入口がモジュール容器下部にある例で、エア導入パイプはモジュール容器下部でエア導入口に気密に接続されている。他は図1の例と同様である。

【0018】図9は中空糸膜をU字型に組み込んだ片端取り出しのエレメントに本発明を適用した例である。

【0019】ここで用いられる中空糸汙過膜エレメントは、原水を中空糸膜の表面に無数にあいている微細孔で汙過し、SS成分や微粒子、ゴミ、細菌などが除かれた清澄水だけが中空糸膜内部に透過し、汙過水出口から汙過水として取り出される。中空糸膜エレメントにはこのように精密汙過、限外汙過を行う用途から中空糸膜を通して物質を透析、逆浸透を行う用途、また液体間の物質移動にとどまらず液体と気体間で物質移動を行う用途、気体間で物質移動を行う用途までその種類・用途は多岐

にわたっている。通常中空糸濾過膜エレメントの濾過においては原水圧力が大きいほど濾過水量は大きくなるが、濾過時間の経過と共に前記SS成分、微粒子などが膜面に付着して多かれ少なかれ中空糸膜の目詰まりが生じ、同一圧力あたりの濾過水量が徐々に低下していくのが普通である。よって、中空糸膜の目詰まりが進行して濾過水量が低下した適当な時点において、逆洗やエアースクラビングを始めとする洗浄操作を行い、目詰まり前に近いレベルにまで中空糸膜の濾過水量を回復させることが必要となってくる。

【0020】中空糸濾過膜エレメントを組み込んだモジュールの使用法としては限定されず、使用者の希望に合わせて設定することができる。運転方法の例としては、圧力を一定として濾過水量を変化させる運転方法、圧力を自動または手動でコントロールしながら濾過水量を一定に保ち運転する方法、適当な原水源にモジュールを接続して、圧力温度共に成り行きのままに運転する方法などが挙げられる。

【0021】本発明者らは、この中空糸濾過膜エレメントの洗浄において、エアースクラビングによる膜洗浄効率の向上、およびモジュールメンテナンス性を向上させる方法について鋭意検討を行った結果、本発明を見いだした。

【0022】本発明の中空糸濾過膜エレメントおよびモジュールは、多孔質中空糸膜の束を濾過材として使用した濾過用素子であれば、形式は問わない。好ましい中空糸濾過膜エレメントの形状については、多数の中空糸膜の束の両端を接着剤でシールした後に、この接着シール部の片端を切断することにより中空糸膜を開孔させた構造であり、エレメント組み込み式としてモジュール容器内部に収納されているのが普通である。組み込み方法としてはエレメントと容器はシール材を介して組み込まれ、任意にエレメントを容器内から取り外せる容器組み込み型が好ましいが、接着材などによりエレメントと容器が一体に接着されている構造を採用することもできる。

【0023】本発明に使用する中空糸濾過膜エレメントを構成する中空糸膜素材としては、多孔質の中空糸膜であれば特に限定しないが、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリビニルアルコール、セルロースアセテート、ポリアクリロニトリル、その他の材質を選択することができる。この中で特に好ましい中空糸膜素材としては、エアースクラビングに対して十分な機械的強度を有しているという面から、アクリロニトリルを少なくとも一成分とする重合体からなる中空糸膜が適当である。アクリロニトリル系重合体の中でも最も好ましいものとしては、アクリロニトリルを少なくとも50モル%以上、好ましくは60モル%以上と該アクリロニトリルに対して共重合性を有するビニル化合物一種または二種以上を50%以下、好まし

くは0~40モル%からなるアクリロニトリル系重合体である。また、これらアクリロニトリル系重合体二種以上、さらに他の重合体との混合物でも良い。上記ビニル化合物としては、アクリロニトリルに対して共重合性を有する公知の化合物であれば良く、特に限定されないが、好ましい共重合体成分としては、アクリル酸、イタコン酸、アクリル酸メチル、メタクリル酸メチル、酢酸ビニル、アリルスルホン酸ソーダー、p-スチレンスルホン酸ソーダー等を例示することができる。

【0024】また、次に好ましい中空糸素材としては、エチレンプロピレンまたは4メチルペンテンなどの単独または二種以上のオレフィン系重合体からなり、中空糸膜形状として表面に長径0.1~10 μ m、短径0.01~1.0 μ mのスリット状の細孔を有するものが適当である。

【0025】

【実施例】

実施例1

本発明の中空糸膜エレメントとして、外径470 μ m、内径350 μ m、平均ポアサイズ0.01 μ mのポリアクリロニトリル多孔質中空糸膜20,000本からなる中空糸膜の両端部をエア-噴出口を持つエア-導入パイプとともにウレタン接着剤で固定し、しかる後に接着剤固定部の片端を切断することにより中空糸膜を開孔させたものを製作した。このエレメントを、直径17cm長さ120cmのモジュール容器に収めた中空糸濾過膜モジュールを用いて濾過実験を行った。

【0026】濾過実験では湖水にポリ塩化アルミニウム(PAC)を5ppm添加した原水を用い、濾過処理における流量は圧力の自動調整により8リットル/分になるように調整した。エレメントの目詰まりが生じて圧力が程度に応じて上昇し所定の流量が維持されるようになっていく。また、供給圧力が1.0kgf/cm²に到達した時点で透過水による逆洗とエア-導入パイプおよびモジュール下部からのエアースクラビング洗浄を行い、排水した後に通常運転に戻るというサイクルを繰り返した。この実験では1000時間を経過しても順調に濾過でき中空糸束内部や中空糸束の下部端板付近も堆積物で中空糸が固着することはなかった。

【0027】実施例2

エア-噴出口が、図2、図3のようにエア-導入パイプと垂直に連結されたエア-分散管上に設けられている中空糸膜エレメントを使用したこと以外は、実施例1と同様の実験を行なった。この実験では実施例1の時と同様に1000時間を経過しても順調に濾過でき、下部端板付近の中空糸束束への汚れの堆積がエア-分散管の効果によって実施例1より少なかった。

【0028】比較例1

中空糸濾過膜エレメントおよび原水、運転条件は実施例と同様にし、エアースクラビング時に従来型のエレメン

トと同様にモジュール下部からのみエアを供給し、エレメントのエア噴出口からはエアを供給しなかった。実験開始後1000時間を経過した時点で、中空糸膜束内部、特に下部端板付近で堆積物により中空糸束が固着し、有効膜面積が減少していることがわかった。

【0029】

【発明の効果】本発明により、微粒子や懸濁物質を含んだ液体を透過する中空糸透過膜エレメントおよびモジュールにおいてエアスクラビングによる透過性能回復が大幅に向上する。特にエア噴出口をエア分散管、エア分散板などで中空糸膜束の中に配した時の効果が大きい。またメンテナンス性が向上した中空糸透過膜エレメントおよびモジュールが提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明エレメントエア導入パイプ、エア噴出手段を備えた中空糸透過膜エレメントが、モジュール容器に組み込まれたモジュールの一例の縦断面図である。

【図2】 本発明のエア分散管を備えた中空糸透過膜エレメントが、モジュール容器に組み込まれたモジュールの一例の横断面図である。

【図3】 本発明のエア分散管を備えた中空糸透過膜エレメントが、モジュール容器に組み込まれたモジュールの一例のエア噴出口付近の縦断面図である。

【図4】 本発明の下部端板にエア噴出手段を備えた中空糸透過膜エレメントが、モジュール容器に組み込まれたモジュールの一例の横断面図である。

【図5】 本発明の下部端板にエア噴出手段を備えた中空糸透過膜エレメントが、モジュール容器に組み込ま

れたモジュールの一例のエア噴出口付近の縦断面図である。

【図6】 本発明のエア分散板を備えた中空糸透過膜エレメントが、モジュール容器に組み込まれたモジュールの一例の横断面図である。

【図7】 本発明のエア分散管を備えた中空糸透過膜エレメントが、モジュール容器に組み込まれたモジュールの一例のエア噴出口付近の縦断面図である。

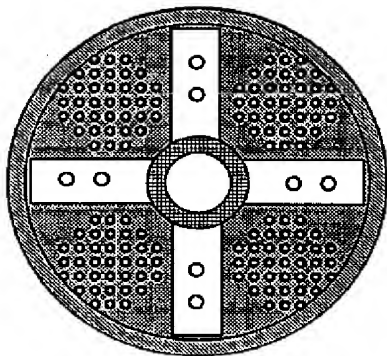
【図8】 本発明のモジュール容器下部にエア噴出手段を備えた中空糸透過膜モジュールの一例の縦断面図である。

【図9】 中空糸膜をU字型にしたエレメントがモジュール容器に組み込まれたモジュールに本発明を適用した一例の縦断面図である。

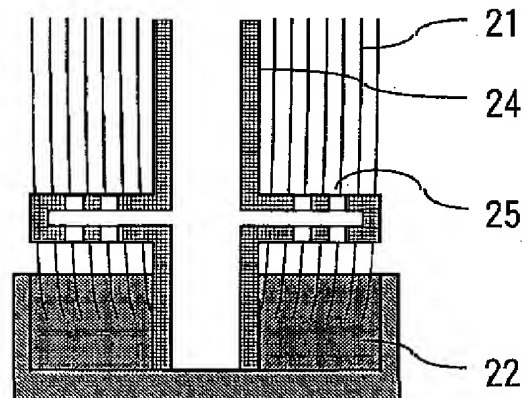
【符号の説明】

- 1：モジュール容器
- 2：中空糸膜エレメント
- 11：原水供給口
- 12：排水口
- 13：エア抜き口
- 14：透過水口
- 15：エア導入口
- 16：モジュール下部エア導入口
- 21：中空糸膜束
- 22：下部端板
- 23：上部端板
- 24：エア導入パイプ
- 25：エア噴出口

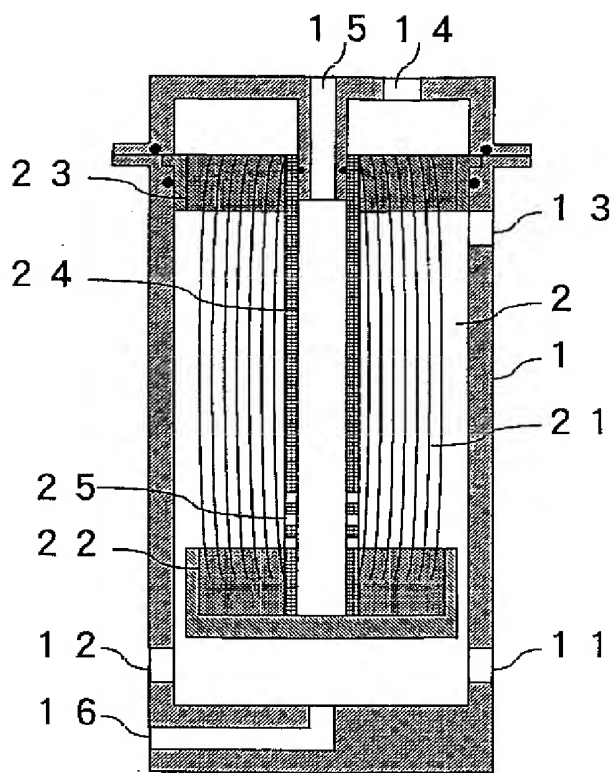
【図2】



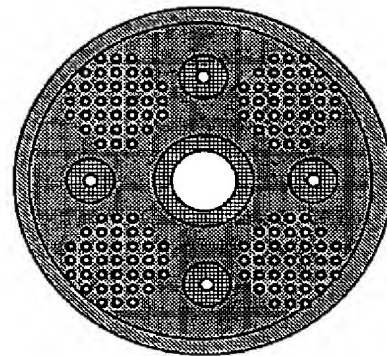
【図3】



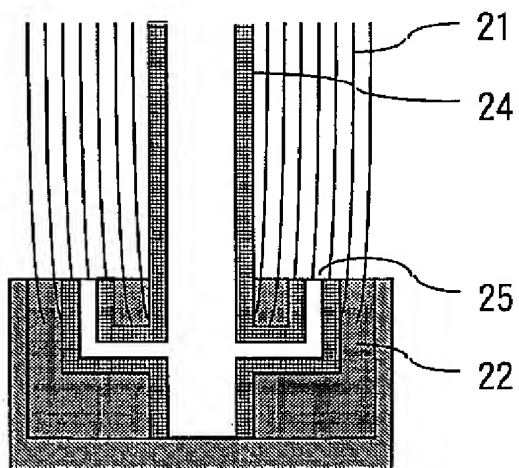
【図1】



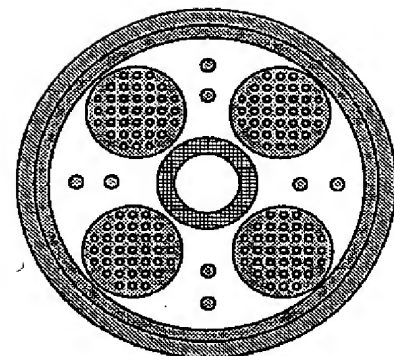
【図4】



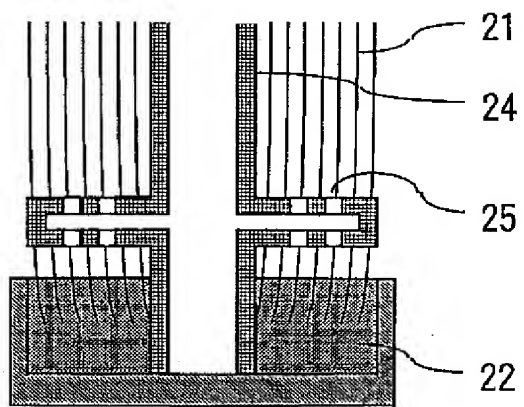
【図5】



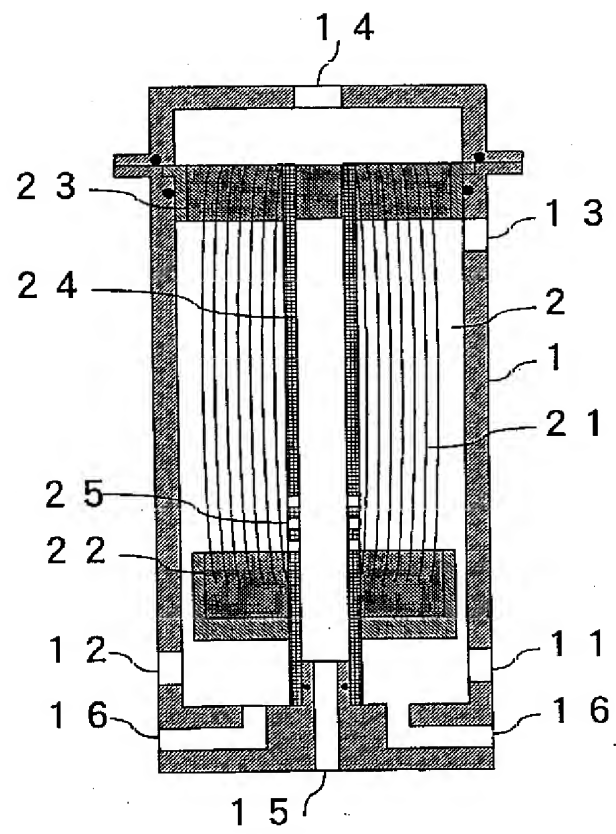
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

